



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

⑪ Veröffentlichungsnummer: 0 268 788  
A2

②

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

② Anmeldenummer: 87114546.2

⑥ Int. Cl. 1: H04R 29/00

② Anmeldetag: 06.10.87

Die Bezeichnung der Erfindung wurde geändert  
(Richtlinien für die Prüfung im EPA, A-III, 7.3).

② Priorität: 29.10.86 DE 3636720

③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
01.06.88 Patentblatt 88/22

④ Benannte Vertragsstaaten:  
AT CH DE LI

⑦ Anmelder: Fried. Krupp Gesellschaft mit  
beschränkter Haftung  
Altendorfer Strasse 103  
D-4300 Essen 1(DE)

⑦ Erfinder: Fischer, Johannes  
Auf dem Kamp 23 A  
D-2804 Lillenthal 1(DE)  
Erfinder: Loges, Werner  
Am Grossen Moordamm 1c  
D-2800 Bremen 33(DE)

⑧ Verfahren und Einrichtung zur Funktionsprüfung eines Mikrofons.

⑨ Bei einem Verfahren zur Prüfung eines Mikrofons auf Funktionsfähigkeit wird mindestens ein Lautsprecher in fester Zuordnung zum Mikrofon angeordnet und mit einem Prüfsignal belegt, dessen Signalfrequenz im Arbeitsfrequenzbereich des Mikrofons liegt. Es wird die Phasendifferenz zwischen dem Mikrophonausgangssignal und dem Prüfsignal gemessen und diese mit einem Sollwert verglichen. Liegt die Phasendifferenz innerhalb eines Toleranzbereiches des Sollwertes, so wird die Funktionsfähigkeit des Mikrofons bejaht, im anderen Fall verneint. Das Verfahren ist zur Automatisierung des Prüfvorgangs geeignet, der von einem mikrofonfernen Ort ausgelöst und ausgewertet werden kann.

EP 0 268 788 A2

BEST AVAILABLE COPY

## Verfahren zur Funktionsprüfung eines Mikrofons und Mikrofonprüfseinrichtung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Funktionsprüfung eines Mikrofons und eine Mikrofonprüfseinrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Insbesondere bei Schallmeßanlagen, in welchen eine große Anzahl von Mikrofonen unbenannt eingesetzt werden, wie z. B. bei Schallmeßanlagen zum Orten von Schallereignissen, ist es erforderlich, vor Inbetriebnahme der Schallmeßanlage und auch während des laufenden Meßbetriebs auch die Funktionsfähigkeit der einzelnen Mikrofone zu überprüfen, damit das Meßergebnis nicht durch defekte Mikrofone verfälscht wird. Dabei ist es ausreichend, lediglich eine qualitative Ja/Nein-Aussage über die Funktion der einzelnen Mikrofone zu erhalten, um so ggf. die Signale von defekten bzw. nicht ausreichend intakten Mikrofonen von der Auswertung auszuschließen.

Bei einem bekannten Verfahren zum Testen der Funktionsfähigkeit solcher in Schallmeßanlagen eingesetzten Mikrofone werden in einem Abstand von ca. 1 m von einem zu prüfenden Mikrofon durch Wedeln mit einem großflächigen Gegenstand, z. B. Jacke oder Mütze, Druckwellen erzeugt und am Mikrofonausgang die Signalspannung gemessen. Ein solches Verfahren erfordert jedoch den menschlichen Einsatz am Mikrofonort, was bei Schallmeßanlagen mit mehreren, mitunter um mehrere tausend Meter auseinanderliegenden Mikrofonanordnungen äußerst unpraktikabel ist. Ein solches Verfahren lässt sich nicht automatisieren und nicht von einer zentralen Stelle aus durchführen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Funktionsprüfung von Mikrofonen zu schaffen, das eine schnelle und zuverlässig genaue Überprüfung der Mikrofonfunktion gestattet. Das Verfahren soll geeignet sein, mit geringem Aufwand gleichzeitig mehrere Einzelmikrofone an verschiedenen Orten zu prüfen und die Prüfung von einer mikrofonfernen, zentralen Stelle aus zu initiieren.

Die Aufgabe ist durch die im Kennzeichenteil des Anspruchs 1 angegebenen Maßnahmen gelöst.

Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht eine zuverlässige Aussage über die Funktionsfähigkeit bzw. die Nichtfunktionsfähigkeit des geprüften Mikrofons. Durch entsprechende Festlegung der Toleranzgrenzen für den Sollwert können auch teilbeschädigte Mikrofone erkannt und ggf. eliminiert werden. Der Sollwert wird dabei durch Messen der Phasenverschiebung gewonnen, welches ein elektrisches Signal mit gleicher Frequenz wie das Prüfsignal in der zwischen Lautspre-

chereingang und Mikrofonausgang liegenden, von Lautsprecher, Luftstrecke und Mikrofon gebildeten intakten Übertragungsstrecke erfährt. Das erfindungsgemäße Verfahren gestattet die feste Installierung einer entsprechend integrierten Prüfseinrichtung an dem jeweiligen Mikrofonort und das Anreizen und Auswerten aller Mikrofonüberprüfungen von bzw. in einer zentralen, von den einzelnen Mikrofonorten weit entfernten Stelle aus. Das Prüfverfahren läuft automatisch ab und bedarf keines menschlichen Eingriffes.

Ein vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ergibt sich aus Anspruch 2. Durch die Vervielfachung der Lautsprecher können Fehler, die in im Freien installierten Mikrofonen durch unterschiedliche Windrichtungen hervorgerufen werden, kompensiert werden. Dies ist insbesondere für Mikrofone von Bedeutung, deren Arbeitsfrequenz im höherfrequenten Bereich liegt, da der von den Windkomponenten hervorgerufene Phasenfehler mit zunehmender Frequenz ansteigt.

Ein besonders zweckmäßige Prüfseinrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ergibt sich aus Anspruch 3. Diese Prüfseinrichtung erreicht schon mit konventioneller Korrelationstechnik extrem gute Eigenschaften bezüglich Detektionssicherheit und Falschalarm. Der Leistungsverbrauch der gesamten Prüfseinrichtung ist gering.

Ein vorteilhafte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Prüfseinrichtung ergibt sich aus Anspruch 7 oder 8. Durch die Festlegung signalsynchronisierter Vergleichszeitpunkte, z. B. gemäß Anspruch 8 bei jedem Maximum und Minimum des Prüfsignals, kann die Detektionssicherheit erhöht und die Falschalarmrate weiter verringert werden. Der bei dieser Ausführungsform erzielte Gewinn kann allerdings auch in verminderter elektrische Leistung oder in kürzere Integrationszeiten umgesetzt werden.

Ein vorteilhafte Ausgestaltung eines ein Mikrofon enthaltenden Sensors für Schallmeßanlagen ergibt sich aus Anspruch 10. Mikrofone für Schallmeßanlagen zum Orten von Knallereignissen arbeiten im allgemeinen im tieffrequenten Bereich. Durch die erfindungsgemäße Auswahl der Lautsprecher können extrem kleinvolumige, preiswerte Lautsprecher in den Sensor eingebaut werden, so daß dessen Volumen und Gewicht nicht durch die Integration der erfindungsgemäßen Prüfseinrichtung unzumutbar vergrößert wird. Die z. B. elektrisch seriell geschalteten Lautsprecher werden mit einem Prüfsignal konphas beaufschlagt, dessen Signalfrequenz unterhalb der Resonanzfrequenz der einzelnen Lautsprecher liegt. Das Vorhandensein von

mehreren, z. B. drei Lautsprechern stellt die Erzeugung einer für die Prüfung ausreichenden akustischen Leistung sicher. Die Reihenschaltung der Lautsprecher erhöht die unterhalb der Resonanz sehr geringe Lautsprecherimpedanz, so daß die Lautsprecher besser angepaßt betrieben werden.

Eine vorteilhafte Ausführungsform des vorgenannten Sensors ergibt sich aus Anspruch 13 insbesondere in Verbindung mit Anspruch 14. Bei im Freien aufgestelltem Sensor wird dadurch ein Schutz gegen Feuchtigkeit, Nässe und Wind erzielt.

Die Erfindung ist anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen im folgenden näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockschaltbild einer Prüfeinrichtung zum Testen der Funktionsfähigkeit eines Mikrofons in einer Schallmeßanlage,

Fig. 2 eine perspektivische Darstellung eines Sensors der Schallmeßanlage mit integrierter Prüfeinrichtung gemäß Fig. 1,

Fig. 3 eine Draufsicht einer das Sensorgehäuse in Fig. 2 abschließenden Montageplatte nach Entfernung von Mikrofon und Lautsprechern,

Fig. 4 bis 6 jeweils ein Blockschaltbild eines Signalkorrelators in der Prüfeinrichtung gemäß Fig. 1 entsprechend dreier Ausführungsbeispiele,

Fig. 7 und 8 jeweils ein Blockschaltbild einer Prüfeinrichtung gemäß zweier weiterer Ausführungsbeispiele.

Die in Fig. 1 im Blockschaltbild dargestellte Prüfeinrichtung für ein Mikrofon 10 weist drei in Reihe geschaltete Lautsprecher 11, 12 und 13 auf, die über einen Verstärker 14 an dem Ausgang eines Signalgenerators 15 angeschlossen sind. Ein Signalkorrelator 16 ist eingangsseitig mit dem Ausgang des Signalgenerators 15 und über einen Verstärker 17 mit dem Ausgang des Mikrofons 10 verbunden und ausgangsseitig an dem einen Eingang eines Schwellwertkomparators 18 angeschlossen, an dessen anderem Eingang ein Schwellwert S liegt. Die Lautsprecher 11 bis 13 sind im festen Abstand vom Mikrofon 10 und symmetrisch um dieses herum angeordnet.

Eine bevorzugte Anordnung von Mikrofon 10 und Lautsprecher 11 bis 13 ist aus Fig. 2 und 3 ersichtlich. Fig. 2 zeigt dabei einen Sensor 20, wie er für Schallmeßanlagen zum Orten von Knallereignissen Verwendung findet. Ein topfförmiges Gehäuse 21 ist mit einer Montageplatte 22 abgeschlossen, in welcher Schallöffnungen 23 bzw. 24 für das Mikrofon 10 und die drei Lautsprecher 11 bis 13 vorgesehen sind (Fig. 3). Die Schallöffnung 23 für das Mikrofon 10 ist dabei zentral angeordnet und die Schallöffnungen 24 für die Lautsprecher 11 bis 13 symmetrisch um die Schallöffnung 23 gruppiert, so daß diese von der Schallöffnung

23 jeweils einen gleichen Abstand haben und gegeneinander um gleiche Umlangswinkel versetzt sind. Auf der Rückseite der Montageplatte 22 sind in vorgesehenen Aufnahmen 25 die Lautsprecher 11 bis 13 hinter der jeweiligen Schallöffnung 24 befestigt. Das Mikrofon 10 ist durch die Schallöffnung 23 hindurchgesteckt und in dieser befestigt. Auf der Rückseite der Montageplatte 22 ist außerdem noch über Distanzstege 26 eine Tragplatte 27 zur Halterung einer Box 30 befestigt, die eine Stromversorgungsbatterie 28 und den elektrischen Schaltungsteil 50 der Prüfeinrichtung enthält. Das die Montageplatte 22 übergreifende Gehäuse 21 deckt Mikrofon 10, Lautsprecher 11 bis 13, Tragplatte 27 und Box 30 ab und sorgt für ein hermetisch abgeschlossenes Luftvolumen. Auf der Vorder- bzw. nach Aufstellung des Sensors Unterseite der Montageplatte 22 sind Auflagestützen 29 zum Aufstellen des Sensors 20 auf den Erdboden vorgesehen. Am Aufstellungsort wird über den Sensor 20 eine Windschutzhülle 19 gestülpt, die in Fig. 2 aufgebrochen dargestellt ist.

Sensoren für Schallmeßanlagen zur Ortung von Knallereignissen arbeiten im tieffrequenten Bereich (unter 70 Hz). Damit liegt der Arbeitsfrequenzbereich des Mikrofons 10 und die Frequenz des vom Signalgenerator 15 erzeugten sinusförmigen Prüfsignals ebenfalls im niederfrequenten Bereich. Die Lautsprecher 11 bis 13 sind sog. Mittelhochtonlautsprecher, deren Resonanzfrequenz oberhalb des Arbeitsfrequenzbereiches des Mikrofons 10 und der Frequenz des Prüfsignals liegt. Diese Lautsprecher sind sehr kleinlumig und preiswert, so daß das Zusatzvolumen im Sensor 20 und die Zusatzkosten für den Sensor 20 durch die Lautsprecher minimal bleiben. Durch die Reihenschaltung der drei Lautsprecher 11 bis 13, die jeweils eine Nennimpedanz von beispielsweise 4Ω aufweisen, wird eine bessere Anpassung an den Verstärker erzielt und dadurch die insgesamt aufzubringende Wirkleistung gering gehalten.

Mit der Prüfeinrichtung wird die Funktion des Mikrofons 10 im Sensor 20 wie folgt geprüft:

Nach Aktivieren der Prüfeinrichtung, was z. B. über eine Steuerleitung von einem mikrofonfernen Ort aus erfolgen kann, generiert der Signalgenerator 15 ein sinusförmiges Prüfsignal, dessen Frequenz im Arbeits- oder Nutzfrequenzbereich des Mikrofons 10 liegt. Das Prüfsignal gelangt nach Verstärkung im Verstärker 14 auf die Eingänge der Lautsprecher 11 bis 13. Das Vorsehen von insgesamt drei Lautsprechern stellt sicher, daß trotz Betreiben der Lautsprecher 11 bis 13 unterhalb der Resonanzfrequenz eine genügend hohe akustische Leistung abgestrahlt wird. Das Mikrofonausgangssignal wird im Verstärker 17 verstärkt und dem Signalkorrelator 16 zugeführt, an dem ebenfalls das Prüfsignal vom Ausgang des Signalgenerators 15

als Referenz liegt. Im Signalkorrelator 16 erfolgt nunmehr eine Messung der Phasendifferenz zwischen den beiden Eingangssignalen, also dem Mikrophonausgangssignal und dem Prüfsignal, und in dem nachgeschalteten Schwellwertkomparator 18 ein Vergleich der gemessenen Phasendifferenz mit einem vorgegebenen Sollwertbereich in der Weise, daß der Signalkorrelator 16 in einem vorgegebenen Integrationszeitraum eine von der Phasendifferenz zwischen den Eingangssignalen abhängige Ausgangsspannung generiert und diese Ausgangsspannung im Schwellwertkomparator 18 mit dem Schwellwert S verglichen wird. Übersteigt die Spannung den Schwellwert S, so wird am Ausgang des Schwellwertkomparators 18 ein Gutsignal ausgegeben. Wird die Schwelle S von der vom Signalkorrelator 16 erzeugten Spannung nicht erreicht, so steht am Ausgang des Schwellwertkomparators 18 ein Schlechtsignal an. Je nach Ausbildung des Signalkorrelators 16 kann das Erscheinen des Guts- und Schlechtsignals auch vertauscht sein, d. h. in umgekehrter Zuordnung von dem Nichterreichen bzw. Überschreiten der Schwelle S abhängig gemacht werden. Das als Schlecht- oder Gutsignal am Ausgang des Schwellwertkomparators 18 anstehende Prüfergebnis wird über eine Signalleitung an eine zentrale Auswertestelle übertragen und kann dort entsprechend verarbeitet werden.

Ein erstes Ausführungsbeispiel für den Signalkorrelator 16 ist in Fig. 4 dargestellt. Hierbei handelt es sich um einen konventionellen 0°-Korrelator. Er besteht aus einem Vierquadranten-Analogmultiplizierer 31, dem über die Eingänge a und b des Signalkorrelators 16 einerseits das Prüfsignal und andererseits das Mikrophonausgangssignal zugeführt wird. Der Ausgang des Analogmultiplizierers 31 ist mit einem Integrator 32 verbunden, dessen Ausgang den Ausgang c des Signalkorrelators 16 bildet.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel des Signalgenerators 16 ist in Fig. 5 dargestellt. Hier handelt es sich um einen sog. analogen Klipper-Korrelator, der sich von dem Signalgenerator 16 gemäß Fig. 4 insofern unterscheidet, daß zwischen den Eingängen a und b des Signalkorrelators 16 und den Eingängen des Multiplizierers 31 jeweils ein Klipper 33 bzw. 34 eingeschaltet ist.

Bei dem Ausführungsbeispiel des Signalgenerators 16 in Fig. 6 ist in Abwandlung des vorbeschriebenen Signalkorrelators den Klippern 33 und 34 ein Gleichrichter zugeordnet. Klipper und Gleichrichter bilden jeweils einen Komparator 36 bzw. 37 mit der Komparator-bzw. Vergleichsspannung Null. Jeder Komparator 36, 37 erzeugt einen Rechteckimpuls, dessen Flanken an den Stellen erscheinen, bei welchen am Eingang a bzw. b die Polarität des Eingangssignals wechselt. Der Vierquadranten-Analogmultiplizierer 31 in Fig. 5 ist

durch einen Einquadranten-Multiplizierer ersetzt, der hier als digitales Äquivalenzgatter 35 ausgeführt ist. Liegt zwischen den beiden Eingangssignalen an den Eingängen a und b des Signalkorrelators 16 eine Phasendifferenz, so treten die Flanken der beiden Eingangssignale an dem Äquivalenzgatter 35 zu unterschiedlichen Zeitpunkten auf. Da das Äquivalenzgatter 35 auf jeden Polaritätswechsel an einem seiner beiden Eingänge mit einem Polaritätswechsel an seinem Ausgang reagiert, entsteht am Ausgang des Äquivalenzgatters 35 eine symmetrische Rechteckimpulsfolge, deren Tastverhältnis proportional der Phasendifferenz zwischen den Eingangssignalen an den Eingängen a und b des Signalkorrelators 16 ist. Die Rechteckimpulse werden innerhalb eines vorgegebenen Integrationsintervales im Integrator 32 aufsummiert und am Ausgang c des Signalkorrelators 16 liegt eine Gleichspannung, die ebenfalls direkt proportional der Phasendifferenz zwischen dem Prüfsignal und dem Mikrophonausgangssignal ist. Der Schwellwert S am nachfolgenden Schwellwertkomparator 18 wird innerhalb vorgegebener Toleranzgrenzen dadurch festgelegt, daß die Phasenverschiebung, welche das Prüfsignal bei intakter Übertragungsstrecke zwischen Lautsprechereingang und Mikrophonausgang erfährt, gemessen und als Sollwert festgelegt wird.

In Fig. 7 ist ein weiteres Blockschaltbild für eine mögliche Ausgestaltung der in Fig. 1 prinzipiell dargestellten Prüfeinrichtung zur Funktionsprüfung des Mikrofons 10 dargestellt. Von den drei Lautsprechern ist zur Vereinfachung nur der Lautsprecher 12 gezeichnet. Der Signalgenerator zur Erzeugung eines sinusförmigen Prüfsignals ist durch einen Lesespeicher (PROM) 40 ersetzt, der über einen Digital-Analog-Wandler 41 und einen Verstärker 42 mit Tiefpaßverhalten an dem Lautsprecher 12 angeschlossen ist. Das Ausgangssignal des Mikrofons 10 wird nach Verstärkung in dem Verstärker 17 in einem Analog-Digital-Wandler 43 digitalisiert. In Abwandlung der vorstehend beschriebenen Prüfeinrichtung ist hier nicht das Prüfsignal selbst als Referenz der Signalkorrelator 16 zugeführt, sondern ein von dem Prüfsignal abgeleitetes und mit diesem konphasen Referenzsignal. Ferner ist dem Signalkorrelator 16 nicht das Mikrophonausgangssignal unmittelbar zugeführt, sondern ein von dem Mikrophonausgangssignal abgeleitetes und mit diesem konphasen Meßsignal. Referenzsignal und Meßsignal werden hierbei von dem höchswertigen Bit (MSB) des digitalen Prüfsignals am Ausgang des Lesespeichers 40 bzw. von dem höchswertigen Bit (MSB) des digitalen Mikrophonausgangssignals am Ausgang des Analog-Digital-Wandlers 43 gebildet. Beide MSB's kennzeichnen das Vorzeichen, d. h. die Polarität, des Prüf- bzw. Mikrophonausgangssignals. Die bei-

den Vorzeichenbits werden einem Äquivalenzgatter 44 zugeführt, das diese auf Identität prüft. Der Ausgang des Äquivalenzgatters 44 ist an dem Enable-Eingang eines Abwärtszählers 45 angeschlossen, dessen Zähleingang mit einem Taktimpulsgenerator 46 in der Weise verbunden ist, daß mit jedem an den Lesespeicher 40 von dem Taktimpulsgenerator 46 angelegten Leseimpuls ein Zählimpuls an den Zähleingang des Abwärtszählers 45 gelangt. Der Abwärtszähler 45 weist einen Set-Eingang auf, über welchen der Abwärtszähler 45 auf einen vorgebbaren Zählerinhalt einstellbar ist. Mit jedem Zählimpuls am Zähleingang wird der Zählerinhalt um "1" reduziert, sofern am Enable-Eingang des Abwärtszählers 45 ein Enable-Signal anliegt. Das Enable-Signal wird von dem Äquivalenzgatter 44 dann und so lange erzeugt, wie die MSB am Ausgang des Lesespeichers 40 und am Ausgang des Analog-Digital-Wandlers 43 Identität zeigen. Bei Erreichen des Nulldurchgangs des Abwärtszählers 45 wird über den Ausgang "Ripple-Carry" des Abwärtszählers 45 ein Ausgangsimpuls an den Bithalter 47 gegeben, der das Auftreten eines "Gutsignals" am Ausgang des Bithalters 47 bewirkt. Dieses Gutsignal liegt so lange an dem Ausgang des Bithalters 47, bis die Prüfeinrichtung abgeschaltet oder ein neuer Prüfvorgang gestartet wird. Wird nunmehr die Voreinstellung des Abwärtszählers 45 auf eine Entscheidungsschwelle von z. B. 80 % der Zählimpulse gesetzt, und wird während der festgelegten Anzahl von Zählimpulsen der Nulldurchgang des Abwärtszählers 45 erreicht, so ist die Prüfung des Mikrofons positiv, andernfalls negativ.

Bei geschickter Wahl der Taktfrequenz des Taktimpulsgenerators 46 kann die vorstehend beschriebene Prüfeinrichtung vereinfacht werden. Dies ist in Fig. 8 dargestellt. Anstelle des Lesespeichers (PROM) 40 und des Digital-Analog-Wandlers 41 in Fig. 7 treten nunmehr ein 3bit-Zähler 48 und eine Logikschaltung 49. Von dem Ausgang des Zählers 48 ist lediglich der das MSB führende Ausgang über den Verstärker 42 mit dem Lautsprecher 12 verbunden. Der gleiche Ausgang ist ebenso wie in Fig. 7 - an den einen Eingang des Äquivalenzgatters 44 geführt. Alle Zählerausgänge des Zählers 48 sind an die Logikschaltung 49 angeschlossen, deren Ausgang mit dem Zählimpuseingang des Abwärtszählers 45 verbunden ist. Die Logikschaltung 49 ist so ausgebildet, daß bei dem Zählerstand "2" und "6" ein Zählimpuls an den Abwärtszähler 45 gelangt. Der Zähler 48 wird von dem Taktimpulsgenerator 46 mit Taktfrequenz  $f_{Takt}$  hochgezählt und setzt sich bei Erreichen seines maximalen Zählerstandes wieder zurück. Die Signalfrequenz des an den Lautsprecher 12 gelangenden, nach Tiefpaßfilterung

etwa sinusförmigen Prüfsignals beträgt durch Auswertung nur des MSB  $1/8 f_{Takt}$ . Durch die Logikschaltung 49 gelangt immer ein Zählimpuls an den Abwärtszähler 45, wenn das Prüfsignal gerade sein Minimum oder Maximum erreicht hat. Damit wird die Identität zwischen Prüfsignal und Mikrofonausgangssignal - bzw. die Identität der Vorzeichen dieser Signale - immer nur bei den Extremwerten des Prüfsignals geprüft, wodurch die Detektionssicherheit weiter erhöht wird.

Die Erfindung ist nicht auf die vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt. So genügt für die Prüfung des Mikrofons ein einziger Lautsprecher, der nur genügend akustische Leistung abstrahlen muß. Er wird dabei zweckmäßigerweise im Abstand von etwa 3 cm unmittelbar vor dem Mikrofon angeordnet. Dabei ist es auch nicht notwendig, den Lautsprecher unterhalb der Resonanzfrequenz zu betreiben. Lediglich bei im tiefen Bereich arbeitenden Mikrofonen von Schallmeßanlagen ist es aus Gründen der Einsparung von Bauvolumen eines Mikrofons und Prüfeinrichtung enthaltenden Sensors und seiner preisgünstigen Herstellung zweckmäßig, Mittelhochtonlautsprecher einzusetzen und diese mit dem Prüfsignal mit seiner unterhalb ihrer Resonanzfrequenz liegenden Prüfsignalfrequenz zu betreiben. Durch Vorsehen mehrerer Lautsprecher kann eine für das Prüfen des Mikrofons ausreichende akustische Leistung abgestrahlt werden.

Bei Mikrofonen, die im Freien betrieben werden, ist die symmetrische Anordnung von mehreren, jedoch mindestens drei Lautsprechern konzentrisch um das Mikrofon herum und im gleichen Abstand voneinander empfehlenswert, da hierdurch Einflüsse in der Mikrofonausgangsspannung, die durch Windkomponenten hervorgerufen werden und zu Fehlern bei der Prüfung führen können, eingeschränkt werden. Diese Anordnung gewinnt an Bedeutung bei Mikrofonen, die im höherfrequenten Bereich genutzt werden, denn der vom Überlagerten Wind hervorgerufene Fehler wächst mit zunehmender Frequenz des Prüfsignals.

### Ansprüche

1. Verfahren zur Funktionsprüfung eines Mikrofons, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Lautsprecher (11 bis 13) im festen, vorzugsweise geringen Abstand vom Mikrofon (10) angeordnet und mit einem Prüfsignal beaufschlagt wird, dessen Signalfrequenz im Arbeitsfrequenzbereich des Mikrofons (10) liegt, daß die Phasendifferenz zwischen Mikrofonausgangssignal und dem Prüfsignal gemessen wird, daß die gemes-

sene Phasendifferenz mit einem toleranzbehafteten Sollwert verglichen wird und daß ein Gutsignal bzw. ein Schlechtsignal ausgegeben wird, wenn die gemessene Phasendifferenz innerhalb bzw. außerhalb des Toleranzbereiches liegt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens drei im wesentlichen identische Lautsprecher (11 bis 13) in gleichem Abstand vom Mikrofon und in einem gleichen Abstand voneinander angeordnet und mit dem Prüfsignal konphas belegt werden.

3. Prüfeinrichtung zum Durchführen des Verfahrens nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der mindestens eine bzw. die vorzugsweise in Reihe geschalteten mindestens drei Lautsprecher (11 bis 13) an einem Signalgenerator (15) angeschlossen ist bzw. sind, der ein vorzugsweise sinusförmiges Prüfsignal erzeugt, daß ein Signalkorrelator (16) einerseits mit einem von dem Mikrophonausgangssignal abgeleiteten und mit diesem konphasen Meßsignal und andererseits mit einem von dem Prüfsignal abgeleiteten und mit diesem konphasen Referenzsignal belegt ist und eine von der Phasendifferenz der beiden Eingangssignale abhängige Ausgangsspannung generiert, und daß am Ausgang des Signalkorrelators (16) ein mit einem Schwellwert (S) belegter Komparator (18) angeschlossen ist, an dessen Ausgang das Gut- bzw. Schlechtsignal abnehmbar ist.

4. Prüfeinrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Signalkorrelator (16) mit seinem einen Eingang an dem Ausgang des Mikrofons (10) und mit seinem anderen Eingang an dem Ausgang des Signalgenerators (15) angeschlossen ist und daß das Meßsignal von dem Mikrophonausgangssignal und das Referenzsignal von dem Prüfsignal selbst gebildet ist.

5. Prüfeinrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Signalkorrelator (16) einen Multiplizierer (31) und einen diesem nachgeschalteten Integrator (32) aufweist, wobei die Eingänge des Multiplizierers (31) die Eingänge (a, b) des Signalkorrelators (16) bilden und der Ausgang des Integrators (32) den Ausgang (c) des Signalkorrelators (16) bildet (Fig. 4 und 5).

6. Prüfeinrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Multiplizierer als Äquivalenzgatter (35) ausgebildet ist und zwischen dem Äquivalenzgatter (35) und den Eingängen (a, b) des Signalkorrelators (16) jeweils ein Komparator (36, 37) mit auf etwa Null eingestellter Komparatortspannung eingeschaltet ist (Fig. 6).

7. Prüfeinrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Signalgenerator einen Lesespeicher (40) aufweist, in welchem Amplitudewerte des Prüfsignals digital abgespeichert sind, daß der Signalausgang des Lesespeichers (40) über einen Digital-Analog-Wandler (41) und

einen Tiefpaß (42) mit dem Lautsprecher (12) verbunden ist, daß dem Ausgang des Mikrofons (10) ein Analog-Digital-Wandler (43) nachgeschaltet ist, daß der Signalkorrelator mit Komparator ein

5 Äquivalenzgatter (44), dem jeweils das höchstwertige Bit (Vorzeichenbit MSB) vom Ausgang des Lesespeichers (40) und vom Ausgang des Analog-Digital-Wandlers (43) zugeführt ist, und einen mit seinem Enable-Eingang an dem Äquivalenzgatter (44) angeschlossenen, an seinem Zähleingang mit dem Lesetakt des Lesespeichers (40) belegten Abwärtszähler (45) aufweist, der mit Prüfbeginn auf einen den Schwellwert darstellenden Zählerstand einstellbar ist und bei Erreichen seiner Nullstellung einen Ausgangsimpuls generiert (Fig. 7).

8. Prüfeinrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Signalkorrelator einen von einem Taktgenerator (46) getakteten Mehrbit-Zähler (48) und eine Logikschaltung (49) und der Signalkorrelator mit einem Äquivalenzgatter (44) und einem Abwärtszähler (45) mit Zähl-, Set- und Enable-Eingang aufweist, der mit Prüfbeginn über seinen Set-Eingang auf einen den Schwellwert darstellenden Zählerstand einstellbar ist und bei Erreichen seiner Nullstellung einen Ausgangsimpuls generiert, daß die Zählerausgänge des Mehrbit-Zählers (48) mit der Logikschaltung (49) verbunden sind, die derart ausgebildet ist, daß in jeder Zählpause des Mehrbit-Zählers bei Erreichen eines Viertels und eines Dreiviertels von dessen maximalen Zählerinhalts an ihrem Ausgang ein Zählimpuls auftritt, daß die Logikschaltung (49) mit dem Zählimpuseingang und das Äquivalenzgatter (44) mit dem Enable-Eingang des Abwärtszählers (45) verbunden ist, daß der das höchstwertige Bit (MSB) führende Ausgang des Mehrbit-Zählers (48) über einen integrierenden Verstärker (42) mit dem Lautsprecher (12) und mit einem Eingang des Äquivalenzgatters (44) verbunden ist, daß dem Ausgang des Mikrofons (10) ein Analog-Digital-Wandler (43) nachgeschaltet ist und daß der das höchstwertige Bit (MSB) führende Ausgang des Analog-Digital-Wandlers (43) mit dem anderen Eingang des Äquivalenzgatters (44) verbunden ist (Fig. 8).

9. Prüfeinrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß dem Abwärtszähler (45) eine Ausgangsimpuls-Halteschaltung (47) nachgeschaltet ist, die den Ausgangsimpuls als Gutsignal ausgibt.

10. Sensor zum Schallempfang für eine Schallmeßanlage, mit einem Mikrofon, gekennzeichnet durch mindestens eine Prüfeinrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 9, bei welcher der mindestens eine bzw. die mindestens drei Laut-

sprecher (11 bis 13) jeweils eine oberhalb der Prüfsignalfrequenz liegende Resonanzfrequenz aufweist bzw. aufweisen.

11. Sensor nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der bzw. die Lautsprecher (11 bis 13) zusammen mit dem Mikrophon (10) in einem Gehäuse (21) mit hermetisch abgeschlossenem Luftvolumen angeordnet ist bzw. sind. 5

12. Sensor nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das etwa topfförmig ausgeblühte Gehäuse (21) mit einer Schallöffnungen (23, 24) aufweisenden Montageplatte (22) abgeschlossen ist, an welcher Mikrophon (10) und Lautsprecher (11 bis 13) hinter den entsprechenden Schallöffnungen (23, 24) befestigt sind. 10

13. Sensor nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Schallöffnung (23) für das Mikrophon (10) zentral und die Schallöffnungen (24) für die mindestens drei Lautsprecher (11 bis 13) um die Mikrophonschallöffnung (23) herum symmetrisch angeordnet sind. 15

14. Sensor nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Montageplatte (22) sich an der dem Erdboden zugekehrten Seite des Gehäuses (21) befindet. 20

25

30

35

40

45

50

55

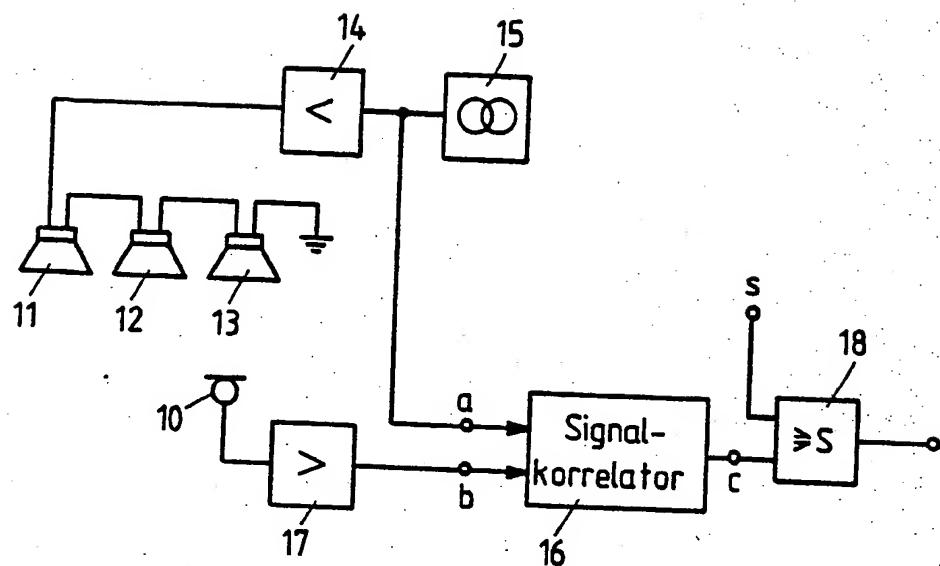


Fig. 1

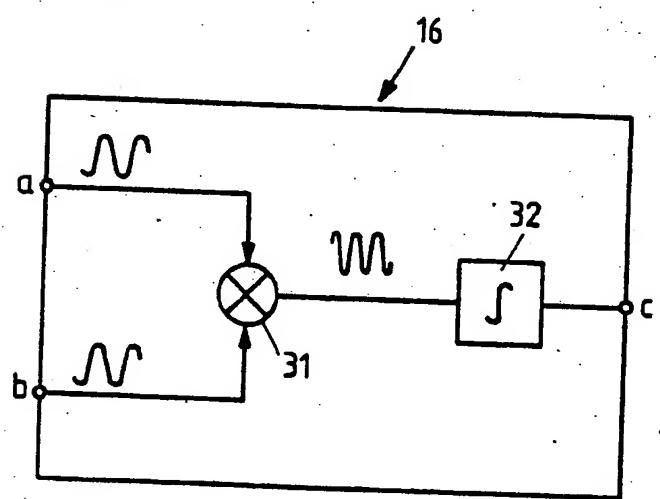


Fig. 4

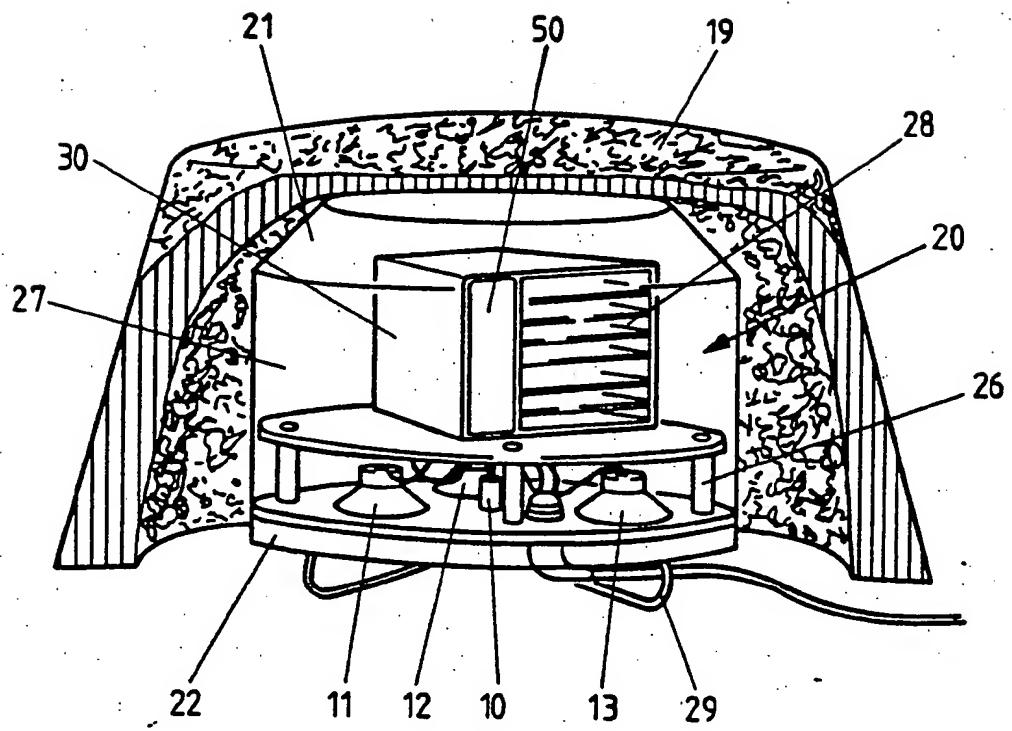


Fig. 2

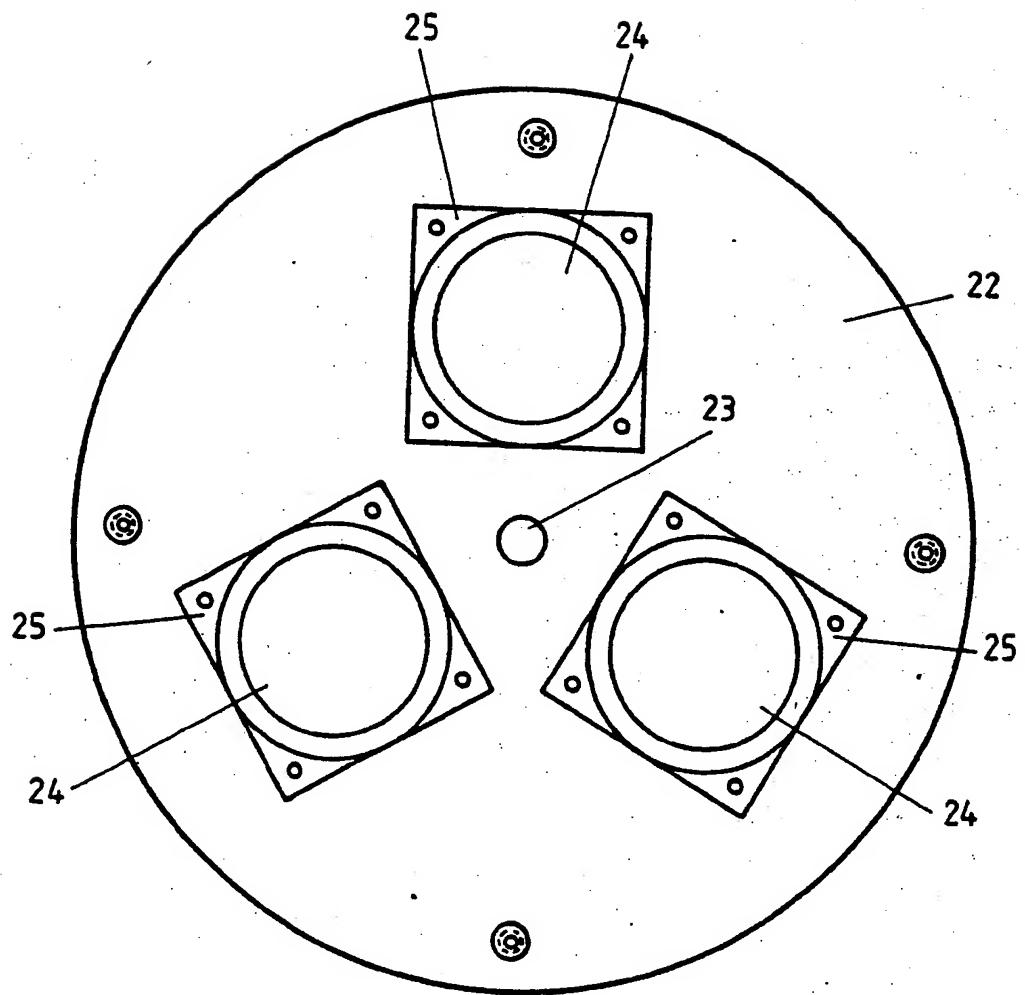


Fig. 3

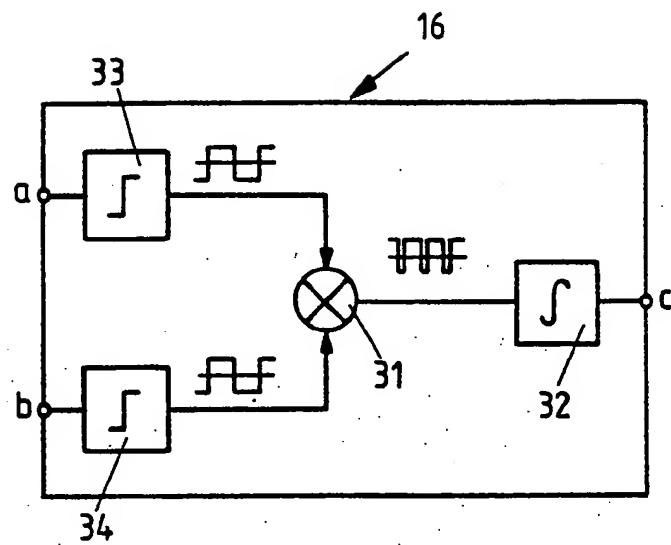


Fig. 5

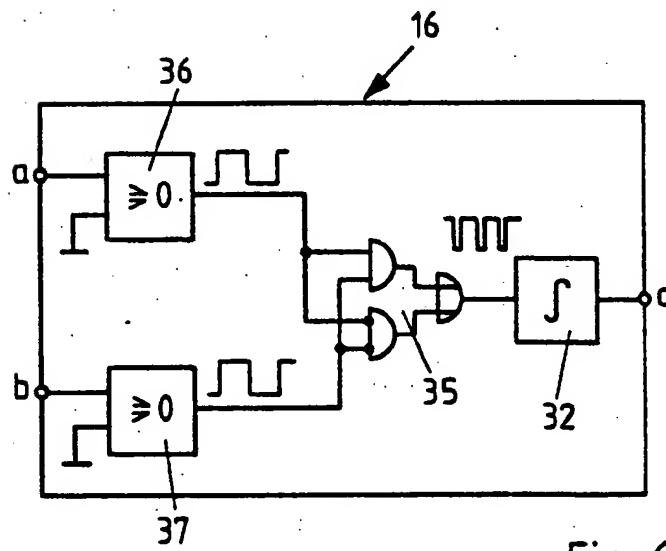


Fig. 6

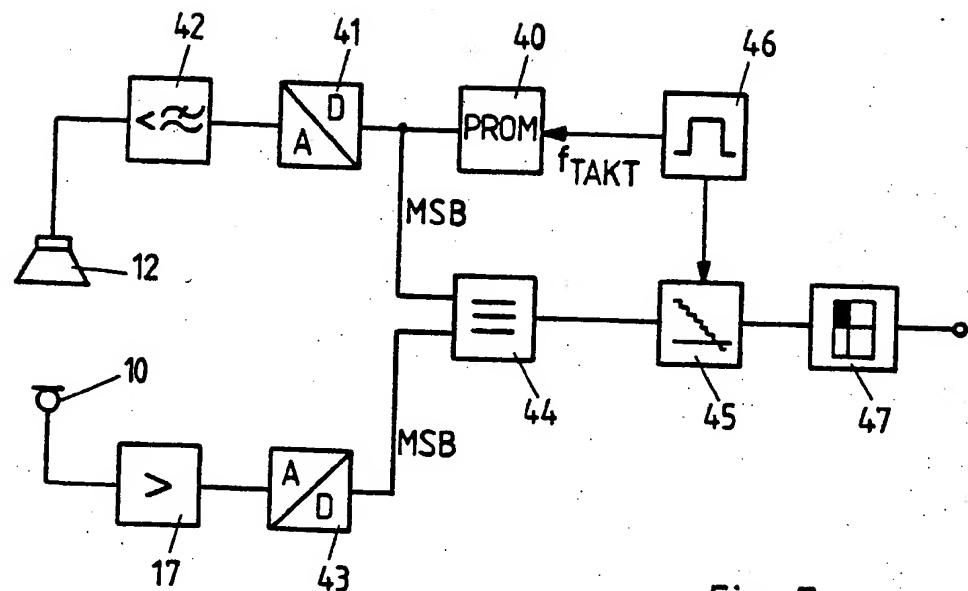


Fig. 7

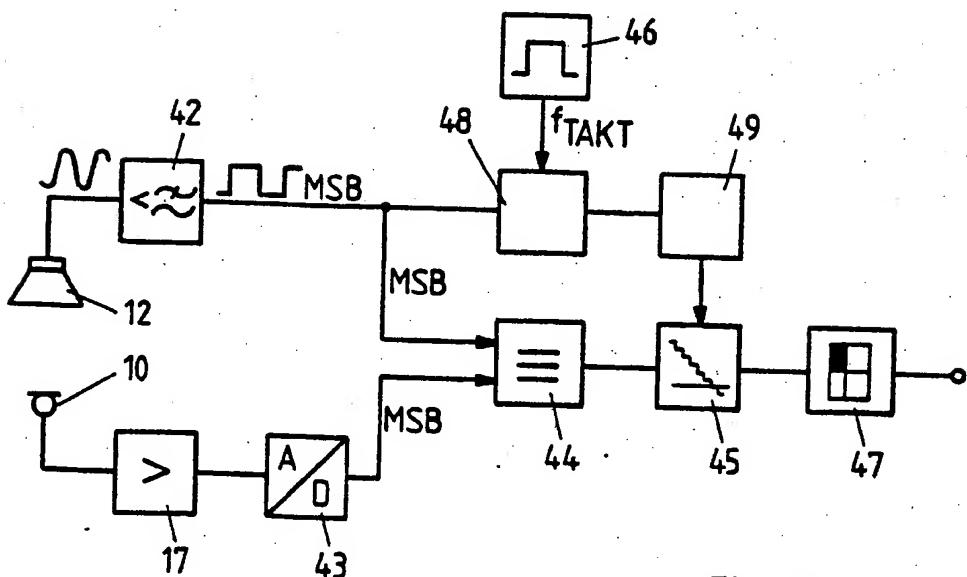


Fig. 8



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

⑪ Veröffentlichungsnummer:

0 268 788

A3



## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑫ Anmeldenummer: 87114546.2

⑬ Int. Cl. 5: H04R 29/00

⑭ Anmeldetag: 06.10.87

⑮ Priorität: 29.10.86 DE 3636720

⑯ Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
01.06.88 Patentblatt 88/22

⑰ Benannte Vertragsstaaten:  
AT CH DE LI

⑱ Veröffentlichungstag des später veröffentlichten  
Recherchenberichts: 05.12.90 Patentblatt 90/49

⑲ Anmelder: Fried. Krupp Gesellschaft mit  
beschränkter Haftung  
Altendorfer Strasse 103  
D-4300 Essen 1(DE)

⑳ Erfinder: Fischer, Johannes  
Auf dem Kamp 23 A  
D-2804 Lillenthal 1(DE)  
Erfinder: Loges, Werner  
Am Grossen Moordamm 1c  
D-2800 Bremen 33(DE)

### ④ Verfahren und Einrichtung zur Funktionsprüfung eines Mikrofons.

⑤ Bei einem Verfahren zur Prüfung eines Mikrofons (10) auf Funktionsfähigkeit wird mindestens ein Lautsprecher (11, 12, 13) in fester Zuordnung zum Mikrofon (10) angeordnet und mit einem Prüfsignal belegt, dessen Signalfrequenz im Arbeitsfrequenzbereich des Mikrofons (10) liegt. Es wird die Phasendifferenz zwischen dem Mikrophonausgangssignal und dem Prüfsignal gemessen und diese mit einem Sollwert verglichen. Liegt die Phasendifferenz innerhalb eines Toleranzbereiches des Sollwertes, so wird die Funktionsfähigkeit des Mikrofons (10) bejaht, im anderen Fall verneint. Das Verfahren ist zur Automatisierung des Prüfvorgangs geeignet, der von einem mikrofonfernen Ort ausgelöst und ausgewertet werden kann.

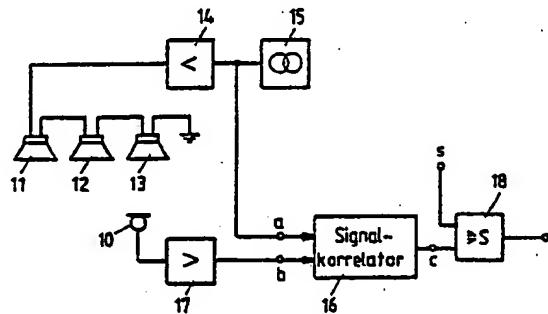


Fig. 1



Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 87 11 4546

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betritt Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)
X	EP-A-0 074 204 (THE COMMONWEALTH OF AUSTRALIA) * Ansprüche 1,8; Figur 1 *	1	H 04 R 29/00
A	---	2,3,4, 10	
A	US-A-4 445 361 (MOFFETT et al.) * Spalte 1, Zeile 45 - Spalte 2, Zeile 20 *	1,3,10	
A	US-A-3 912 880 (POWTER et al.) * Spalte 1, Zeile 1 - Spalte 1, Zeile 9 *	1	
A	DE-A-2 546 367 (SHINE PATENT AB) * Anspruch 1 *	10	
RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int. Cl.4)			
H 04 R G 01 H			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	20-09-1990	GASTALDI G. L.	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**